

10/509538

CT/JP.03/03125

日 本 国 特 許 庁

14.03.03

JAPAN PATENT OFFICE

10 Rec'd PCT/PTC 28 SEP 2004

REC'D 04 APR 2003

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 3月29日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-093737

[ST.10/C]:

[JP2002-093737]

出 願 人
Applicant(s):

シャープ株式会社

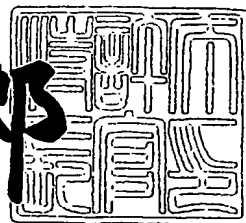
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 2月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3011508

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J00849

【提出日】 平成14年 3月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/13

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 岡田 訓明

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 長坂 由起子

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 北村 和也

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 関本 芳宏

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 倉田 幸夫

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 中西 浩

【特許出願人】

【識別番号】 000005049
 【氏名又は名称】 シャープ株式会社
 【電話番号】 06-6621-1221

【代理人】

【識別番号】 100103296
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小池 隆彌
 【電話番号】 06-6621-1221
 【連絡先】 電話 0 4 3 - 2 9 9 - 8 4 6 6 知的財産権本部 東京
 知的財産権部

【選任した代理人】

【識別番号】 100073667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 木下 雅晴

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012313
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9703283
 【包括委任状番号】 9703284

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロレンズ基板及びその作製方法、並びにこれらを用いた
投影型液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数個のレンズを有する第一及び第二のマイクロレンズアレイを無機誘電体からなる板上に形成されたマイクロレンズ基板において、

第一のマイクロレンズアレイは 2 つの無機誘電体基板に挟まれて形成され、第二のマイクロレンズアレイは、上記どちらか一方の無機誘電体基板上に形成されていることを特徴とするマイクロレンズ基板。

【請求項 2】 前記第一及び第二のマイクロレンズアレイは、前記無機誘電体基板と異なる屈折率を有する樹脂層からなることを特徴とする請求項 1 記載のマイクロレンズ基板。

【請求項 3】 前記第二のマイクロレンズアレイは、各々屈折率の異なる 2 層以上の樹脂層が積層されて形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のマイクロレンズ基板。

【請求項 4】 前記第二のマイクロレンズアレイを構成する樹脂層が、紫外線硬化樹脂であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 記載のマイクロレンズ基板。

【請求項 5】 複数個のレンズを有する第一のマイクロレンズアレイを無機誘電体からなる基板上に形成する工程と、感光性樹脂を塗布する工程と、前記感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターンニングを行う工程と、パターンニングされた感光性樹脂を基にして第二マイクロレンズアレイを形成する工程と、を有するマイクロレンズ基板の作製方法であって、

前記感光性樹脂のパターンニングは第一のマイクロレンズアレイを透過した光を用いて行うことを特徴とするマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 6】 前記マイクロレンズ基板は、さらに、無機誘電体からなる中間層を有し、前記第一のマイクロレンズアレイ及び中間層を介して、前記中間層上に形成した感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターンニングを行って第二のマイクロレンズアレイを形成したことを特徴とする請求項 5 記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項7】 前記第一のマイクロレンズアレイの焦点面は中間層上に形成した感光性樹脂付近に位置していることを特徴とする請求項6記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項8】 前記感光性樹脂はネガレジスト層であり、前記ネガレジストに第一のマイクロレンズアレイを透過した光を照射して、ネガレジストのパターニングを行い、さらにネガレジスト側からエッチングを行って、無機誘電体基板にネガレジスト層形状の転写を行う工程を有することを特徴とする請求項5～7記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項9】 前記無機誘電体基板上の感光性樹脂は2層であり、第一の感光性樹脂である可視光硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂を塗布・硬化させる工程と第二の感光性樹脂であるネガレジストを塗布する工程と、を有し、前記第二の感光性樹脂に第二マイクロレンズアレイのパターニングを行い、エッチングにより、第一の感光性樹脂にパターンの転写を行ったことを特徴とする請求項5～7記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項10】 前記無機誘電体基板上の感光性樹脂は紫外線硬化樹脂であり、前記紫外線硬化樹脂に第一のマイクロレンズアレイを透過した光を照射・硬化させ、有機溶剤により未硬化部分を除去して第2のマイクロレンズアレイを形成することを特徴とする請求項5～7記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項11】 前記第二のマイクロレンズアレイを形成するために、第一のマイクロレンズアレイに照射される光は平行光であり、前記平行光に均一な強度分布を持たせ、前記平行光軸に対してマイクロレンズ基板を傾斜させながら第二マイクロレンズアレイのパターニングを行ったことを特徴とする請求項5～10記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項12】 前記第二のマイクロレンズアレイを形成するために、透過率を連続的に変調させた透過率変調マスクを用いて照射光に強度分布をもたせ、コリメートレンズと第一のマイクロレンズアレイで結像系を形成し、強度分布をもたせた照射光の像を第二のマイクロレンズアレイの作製面に形成し、その像を利用して第二のマイクロレンズアレイのパターニングを行ったことを特徴とする請求項5～10記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 13】 白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、前記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型液晶表示装置において

前記液晶表示素子の光源側に、第一及び第二のマイクロレンズアレイを有し、前記第一のマイクロレンズアレイは成形によって作製されるとともに、前記第二のマイクロレンズアレイは前記第一のマイクロレンズアレイの透過光によりレンズ形状のパターニングを施されて形成されたことを特徴とする投影型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、2層構造のマイクロレンズアレイを備えたマイクロレンズ基板及びその作製方法並びにそのマイクロレンズ基板を備えた液晶表示素子を用いて構成された単板式の投影型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

投影型液晶表示装置は、投影型ブラウン管表示装置と比較すると、色再現範囲が広い、小型・軽量であるため持ち運びしやすい、地磁気に影響されないのでコンバージェンス調整が不要など優れた特徴を持っており、大画面化も容易であることから、今後家庭用映像表示装置の主流になると考えられる。

【0003】

液晶表示素子を用いたカラーの投影型画像表示方式には、三原色に応じて液晶表示素子を三枚用いる三板式と、一枚のみを用いる単板式とがある。前者の三板式は、白色光をR・G・Bの三原色にそれぞれ分割する光学系と、各色光を制御して画像を形成する三枚の液晶表示素子とをそれぞれ独立に備えており、各色の画像を光学的に重畳してフルカラー表示を行うものである。

【0004】

この三板式の構成では、白色光源から放射される光を有効に利用でき、かつ色の純度も高いという利点があるが、上述のように色分離系と色合成系が必要なため、光学系が繁雑で部品点数が多くなってしまい、低コスト化及び小型化が困難である。

【0005】

これに対して単板式は、液晶表示素子を一枚のみ用いる構成であり、モザイク状、ストライプ状等の三原色カラーフィルタパターンを備えた液晶表示素子を投影光学系によって投影するもので、使用する液晶表示素子が一枚ですみ、かつ光学系の構成も三板式に比べて単純になるので、低コスト、小型の投影型システムに適している。

【0006】

しかし、単板式の場合にはカラーフィルタによる光の吸収または反射が起こるため、入射光の約1/3しか利用できず、このような欠点を解決するため、特開平7-181487号公報において、2層構成のマイクロレンズアレイを用いたカラーフィルタレスの単板式液晶表示装置が開示されている。

【0007】

この装置を図1を用いて説明すると、扇形に配置されたダイクロイックミラー5G、5R、5Bによって、白色光源2からの白色光をR、G、Bの各色に分割し、液晶表示素子20の光源側に配置されているマイクロレンズアレイ6、7にそれぞれ異なった角度で入射させるものである。第1のマイクロレンズアレイ6を通過した各光束は、第2のマイクロレンズアレイ7により、ダイクロイックミラー5G、5R、5Bで分割されたR、G、Bの主光線がほぼ平行になるように屈折され、それぞれに対応した色信号が独立して印加される信号電極により駆動される液晶部位に分配照射される。この装置では、吸収型のカラーフィルタを用いないので、光の利用効率が向上するだけでなく、マイクロレンズアレイ透過後の各色の主光線がほぼ平行になるため、投影レンズ10に達するまでの各色の主光線の拡がり小さく、投影レンズ10でのケラレによる光量低下が無い場合、極めて明るい画像を提供することができる。この公報に記載されている2層構成のマイクロレンズアレイは、一枚のガラス基板の両側にそれぞれマイクロレンズア

レイを接合して形成されている。

【0008】

また2層構成のマイクロレンズアレイの作製法としては、特開平9-90336号公報に開示されているものもある。この2層構成のマイクロレンズアレイは、第一、第二のマイクロレンズアレイを別々に作製し、第一のマイクロレンズアレイのレンズ形成面と第二のマイクロレンズアレイの研磨面を接合して作製したものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、2層のマイクロレンズアレイを有する従来のマイクロレンズ基板では、上記のようにガラス基板の両面にマイクロレンズアレイを形成する、あるいは2枚のマイクロレンズ基板を貼り合せて作製していたので、以下に述べるような理由から、光軸合せが難しく、製造コストが高つくという問題があった。

【0010】

2層のマイクロレンズを有するマイクロレンズ基板では、2枚のマイクロレンズアレイの光軸合せの工程が必要となり、レンズの光学特性を確保するためには、2枚のレンズアレイの縦方向、横方向及び角度（回転方向）を全て一致させなければならない。しかし、レンズパターンが微細であるため、この光軸合せは±1 μmの精度が要求され、2層構造のマイクロレンズ基板の製造を極めて困難なものにしていた。

【0011】

また、2層のマイクロレンズアレイの間に中間層が入ることも、光軸合せが困難となる要因の一つとなっていた。すなわち、2層のレンズパターンの間にギャップがあるため、2層の位置決め用のアライメントマークの双方に同時にピントを合わせて観察することができなかった。各層毎に別個のアライメントマーク観察系を組み、光軸合せを行うことは可能であるが、その場合、アライメントマーク観察系の光軸合せも厳密に行う必要があり、位置決め装置のコストアップの原因となっていた。

【0012】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、第一のマイクロレンズアレイを利用して第二のマイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことで、光軸合せを簡単化し、製造工程を簡略化することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明のマイクロレンズ基板は、複数個のレンズを有する第一及び第二のマイクロレンズアレイを無機誘電体からなる板上に形成されたマイクロレンズ基板において、第一のマイクロレンズアレイは2つの無機誘電体基板に挟まれて形成され、第二のマイクロレンズアレイは、上記どちらか一方の無機誘電体基板上に形成されている。

【0014】

また、このマイクロレンズ基板の第一及び第二のマイクロレンズアレイは、無機誘電体基板と異なる屈折率を有する樹脂層から形成されている。

【0015】

また、このマイクロレンズ基板の第二のマイクロレンズアレイは、各々屈折率の異なる2層以上の樹脂層が積層されて形成されている。

【0016】

また、このマイクロレンズ基板の第二のマイクロレンズアレイを構成する樹脂層は紫外線硬化樹脂で形成されている。

【0017】

さらに、本発明のマイクロレンズ基板の作製方法は、複数個のレンズを有する第一のマイクロレンズアレイを無機誘電体からなる基板上に形成する工程と、感光性樹脂を塗布する工程と、感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターニングを行う工程と、パターニングされた感光性樹脂を基にして第二マイクロレンズアレイを形成する工程と、を有するマイクロレンズ基板の作製方法であって、感光性樹脂のパターニングは第一のマイクロレンズアレイを透過した光を用いて行なっている。

【0018】

また、このマイクロレンズ基板の作製方法において、マイクロレンズ基板は、さらに、無機誘電体からなる中間層を有し、第一のマイクロレンズアレイ及び中間層を介して、中間層上に形成した感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターンニングを行って第二のマイクロレンズアレイを形成している。

【0019】

また、このマイクロレンズ基板の作製方法において、第一のマイクロレンズアレイの焦点面は中間層上に形成した感光性樹脂付近に位置している。

【0020】

また、このマイクロレンズ基板の作製方法において、感光性樹脂はネガレジスト層であり、ネガレジストに第一のマイクロレンズアレイを透過した光を照射して、ネガレジストのパターンニングを行い、さらにネガレジスト側からエッチングを行って、無機誘電体基板にネガレジスト層形状の転写を行う工程を有している。

【0021】

また、このマイクロレンズ基板の作製方法において、無機誘電体基板上の感光性樹脂は2層であり、第一の感光性樹脂である可視光硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂を塗布・硬化させる工程と第二の感光性樹脂であるネガレジストを塗布する工程と、を有し、第二の感光性樹脂に第二マイクロレンズアレイのパターンニングを行い、エッチングにより、第一の感光性樹脂にパターンの転写を行っている。

【0022】

また、このマイクロレンズ基板の作製方法において、無機誘電体基板上の感光性樹脂は紫外線硬化樹脂であり、紫外線硬化樹脂に第一のマイクロレンズアレイを透過した光を照射・硬化させ、有機溶剤により未硬化部分を除去して第2のマイクロレンズアレイを形成している。

【0023】

また、このマイクロレンズ基板の作製方法において、第二のマイクロレンズアレイを形成するために、第一のマイクロレンズアレイに照射される光は平行光で

あり、平行光に均一な強度分布を持たせ、平行光軸に対してマイクロレンズ基板を傾斜させながら第二マイクロレンズアレイのパターニングを行っている。

【 0 0 2 4 】

また、このマイクロレンズ基板の作製方法において、第二のマイクロレンズアレイを形成するために、透過率を連続的に変調させた透過率変調マスクを用いて照射光に強度分布をもたせ、コリメートレンズと第一のマイクロレンズアレイで結像系を形成し、強度分布をもたせた照射光の像を第二のマイクロレンズアレイの作製面に形成し、その像を利用して第二のマイクロレンズアレイのパターニングを行っている。

【 0 0 2 5 】

さらに本発明の投影型液晶表示装置は、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型液晶表示装置において、液晶表示素子の光源側に、第一及び第二のマイクロレンズアレイを有し、第一のマイクロレンズアレイは成形によって作製されるとともに、第二のマイクロレンズアレイは第一のマイクロレンズアレイの透過光によりレンズ形状のパターニングを施されて形成されている。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を基に説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 は本発明の投影型液晶表示装置の全体の構造を示す断面図、図 2 は透過型液晶表示装置に用いられている本発明のマイクロレンズ基板及び液晶表示素子を示す断面図である。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示した投影型液晶表示装置 1 は、白色光源 2 の背面に球面鏡 3 が設けられており、球面鏡 3 の中心が、白色光源 2 における発光部の中心と一致するように配置されている。白色光源 2 の前面にはコンデンサレンズ 4 が設けられており

、コンデンサレンズ4は、その焦点が白色光源2の発光部の中心と一致するように配置されている。このような配置により、コンデンサレンズ4からは略平行な白色光束が得られる。白色光源2から平行光束を得る手段としては、上記の構成に限らず、例えば回転放物面鏡を用いる方法、回転楕円面鏡とインテグレータを使用する方法等が適宜選択される。

【0029】

コンデンサレンズ4の前方には、3種のダイクロイックミラー5G、5R、5B（光束分割手段）がそれぞれ異なる角度で配置されている。ダイクロイックミラー5G、5R、5Bは、それぞれ緑、赤、青の色に対応する各波長域の光を選択的に反射し、他は透過する特性を有し、この順に光軸上に配置されている。以下、G、R、Bは、それぞれ、緑、赤、青の各色を表すものとする。

【0030】

3枚のダイクロイックミラー5G、5R、5Bの中で、白色光源2に一番近い所に設けられたダイクロイックミラー5Gは、白色光源2からの光束が例えば30°前後で入射するように設けられている。その他のダイクロイックミラー5R、5Bは、ダイクロイックミラー5Gに対してそれぞれ平行な状態から、図1において紙面に垂直な方向の軸を回転軸として、角度 ϕ ずつ順次傾けて配置されている。この相対的な角度 ϕ は、液晶表示素子20の絵素配列ピッチP及び液晶表示素子20に設けられた第一マイクロレンズアレイ6の焦点距離fを用いて、

$$P = f \times \tan \phi$$

を満足するように設定される。このような配置により緑波長域、赤波長域、青波長域のそれぞれの光束が、マイクロレンズアレイ6に対してそれぞれ角度 2ϕ ずつずれて入射する。白色光源2からダイクロイックミラー5G、5R、5Bに向かって白色光を照射すると、ダイクロイックミラー5G、5R、5Bが各々異なる波長域の光束をそれぞれ反射することにより、白色光が三原色に分割される。各色の光束G、R、Bは、ダイクロイックミラー5G、5R、5Bが配置された角度に応じて、上述のように各々異なる角度で、第一のマイクロレンズアレイ6に入射する。この第一のマイクロレンズアレイ6からの光は、第二のマイクロレンズアレイ7を介して、各色に対応する信号電極（後述する）に集光され、それ

に対応した映像信号でそれぞれ駆動すると、各色の光束はその信号に応じて強度が変調される。変調後の光束は、フィールドレンズ9及び投影レンズ10を通過した後、スクリーン11に投影され、このスクリーン11上でカラー画像表示が行われる。

【0031】

液晶表示素子20の光出射方向の前方には、投影手段としてのフィールドレンズ9及び投影レンズ10が設けられており、さらに、この投影レンズ10の前方には、スクリーン11が設けられている。フィールドレンズ9の焦点距離は、フィールドレンズ9及び投影レンズ10間の距離に設定されており、液晶表示素子20から出射された各色の光束は、フィールドレンズ9によって投影レンズ10が設けられた位置に収束され、この投影レンズ10によりスクリーン11に投影される。尚、フィールドレンズ9を用いずに、液晶表示素子20から直接投影レンズ10に光を入射するような構成とすることも可能である。

【0032】

ここで用いる液晶表示素子20について図2を用いて詳細に説明する。ガラス基板8とマイクロレンズ基板12とを有しており、ガラス基板8とマイクロレンズ基板12との間に液晶層29が封入されている。光出射側に位置するガラス基板8のマイクロレンズ側には、液晶層29を相変化させるための信号電極27が形成されている。また、光入射側に位置するマイクロレンズ基板12の液晶素子側には、信号電極と直交する走査電極が設けられている。信号電極27及び走査電極は、透明電極（ITO）によって形成されている。

【0033】

マイクロレンズ基板12には、2層のマイクロレンズアレイ6、7が設けられている。ここで、第一のマイクロレンズアレイは、無機誘電体からなる可視光あるいは紫外光に対して略透明である基板に挟まれて形成されている。また、屈折率の異なる透明樹脂層22と23の界面はレンズパターン形状に成形されており、この界面によって第一のマイクロレンズアレイ6が形成される。ここで樹脂層23には、樹脂層22の屈折率よりも高いものを用いるのが好ましい。

【0034】

また、屈折率の異なる中間ガラス24と透明樹脂層25の界面もレンズパターン形状に刻まれており、この界面によって第二のマイクロレンズアレイ7が形成される。ここで樹脂層25には、中間ガラス24の屈折率よりも高いものを選ぶ。ここで、マイクロレンズアレイのレンズパターンは、球面レンズ状、六角レンズ状、あるいはかまぼこ形レンズ状でもよい。特に、第二のマイクロレンズアレイのレンズパターンは、台形プリズムでもよい。第一のマイクロレンズアレイ6を構成する各レンズの光軸と、第二のマイクロレンズアレイ7を構成する各レンズの光軸は互いに平行になっており、マイクロレンズアレイ6、7の対向する各レンズの光軸は互いに一致するようになっている。

【0035】

このような構成とすることで、第一マイクロレンズアレイを基準として、第二マイクロレンズアレイを作製する際に、フォトリソ工程を用いることができるため、精度の良い位置あわせを行うことが可能で、 $\pm 1 \mu\text{m}$ 以内の位置あわせ精度が確保できる。例えば、第一レンズアレイ基板21にプラスチック樹脂を用いた場合は、基準となる第一レンズアレイの形状および平面度が確保できないため、第一レンズアレイ形状を基準として作製する第二レンズアレイの形状精度が確保できない。そのため、上記に示したように、第一レンズアレイ基板を、無機誘電体基板で挟んだ構成とする必要がある。

【0036】

また、無機誘電体を用いる理由として、熱膨張が小さく、強度も高く、また研磨により高い平坦性が得られ、研磨された無機誘電体中間層の上に第二マイクロレンズアレイを形成することによって、第二マイクロレンズアレイ面の平坦性は高く保たれる。

【0037】

また、無機誘電体基板と無機誘電体中間層を同じ部材とすると、熱膨張により引き起こされる第一マイクロレンズアレイと第二マイクロレンズアレイの各層のレンズ間隔ずれも生じなくなり、理想的な構造となる。

【0038】

この液晶表示素子20では、ダイクロイックミラー5G、5R、5Bによって

白色光束を分光しているので、カラーフィルタは必要なく、光利用効率が高くなる。また、各色ごとに対応する映像信号が信号電極 27 に印加される。

【0039】

なお、図 2 においては、液晶表示素子 20 の構成要素である走査電極、偏光板、配向膜等を簡略化のため省略している。

【0040】

以上に説明したように、1つのマイクロレンズを配置した構成では、投影型液晶表示素子 20 を出射した後も 2φ の角度をもって伝搬してしまうため、これらを全て捕捉し投影するためには、大口径の投影レンズ 10 が必要になる。

【0041】

しかしながら、本実施例では、出射光の拡がり小さくするため、図 2 に示すように、上記した第二のマイクロレンズアレイ 7 が設けられている。また、第一のマイクロレンズアレイ 6 の焦点距離は、この第二のマイクロレンズアレイの出射側近傍に第一のマイクロレンズアレイ 6 から出射された光束の焦点が位置するように設定されている。

【0042】

このように配置された第二のマイクロレンズアレイ 7 は、フィールドレンズ 9 と同様の機能を果たし、各光束の主光線を互いに平行化することにより、その出射方向を液晶表示素子 20 に対して垂直にし、液晶表示素子 20 からの出射光の拡がり角を小さくすることができる。

【0043】

したがって、小口径の投影レンズ 10 を用いた場合でも、全光束を有効に利用することができる。

【0044】

これにより、光利用効率が高く、ホワイトバランスのよいカラー画像を得ることが可能になると共に、コストアップの原因となっていた高価な大口径のレンズを用いなくてもよくなることから、投影型液晶表示装置全体としてのコストアップを回避することが可能になる。

【0045】

次に、本発明のマイクロレンズ基板の作製方法について、具体的に説明する。

【0046】

(第一の実施例)

図3に、2層マイクロレンズ基板の各製造工程における各断面図を示す。

【0047】

第一のマイクロレンズアレイについては、感光性樹脂として紫外線照射により硬化する紫外線硬化樹脂を用いた、いわゆる2P (Photo-Polymerization) 法により成形する。

【0048】

まず、図3(a)に示すように、無機誘電体基板である石英基板21上に低屈折率紫外線硬化樹脂22を塗布し、その上にスタンプ41を降下させる。このスタンプ41の下面には第一のマイクロレンズパターンと合致する反転パターンが形成されている。このスタンプ41を石英基板21に十分に押し付けて、スタンプ41と石英基板21の間に紫外線硬化樹脂22を押し広げて、そのままの状態を保持し、石英基板21を通して紫外線硬化樹脂22に紫外線ランプ等によって紫外線を照射する。

【0049】

紫外線を照射された紫外線硬化樹脂22は、硬化反応を起こして硬化するので、紫外線硬化樹脂22にスタンプ41の反転パターンが転写成形される。硬化後、スタンプ41を上昇させて、紫外線硬化樹脂22とスタンプ41を分離する。

【0050】

次に、図3(b)に示すように、硬化された低屈折率紫外線硬化樹脂22の上に、高屈折率紫外線硬化樹脂23を塗布し、低屈折率紫外線硬化樹脂22の凹部を埋める。さらにその上に、第一マイクロレンズアレイ6と第二マイクロレンズアレイ7の無機誘電体中間層となる石英薄板ガラス24を貼り付ける。

【0051】

石英薄板ガラス24を石英基板21に十分に押し付け、石英薄板ガラス24を通して紫外線を照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂23を硬化させる。この樹脂は石英薄板ガラス24の接着層の役割も果たす。ここで、所望の厚みより石英薄板

ガラス 24 が厚い場合は、研磨を行うことにより必要な厚みにまで削る工程を加えても良い。2P 成形による第一マイクロレンズアレイ厚を装置側で管理できる場合は、研磨工程を省くことが可能である。

【0052】

次に、図 3 (c) に示すように、中間層ガラス 24 上にネガレジスト 42 を塗布する。このレジスト層 42 に対して、第一のマイクロレンズ 6 を通して紫外線を照射し、露光を行う。この露光工程の詳細については後述する。

【0053】

この露光は、強度分布をもたせた紫外光をレジスト層 42 に照射し、レジスト層 42 で 3 次元的な構造物を形成することを目的としている。すなわち、紫外光の強度分布に応じて、各地点でのレジスト層 42 の感光量が異なるため、現像後の残膜量も各地点で異なる。このことを利用すれば、照射光の強度分布を調整することにより、レジスト層 42 で所望の形状を形成することができる。

【0054】

露光後、現像処理を行うと、図 3 (d) に示すように、レジスト層 42 に第二マイクロレンズアレイのレンズパターンが形成される。この後、ポストバーク処理を行う。

【0055】

次に、図 3 (e) に示すように、ドライエッチングを行って、レジスト層 42 に刻まれたレンズパターンの形状を中間層ガラス 24 に転写する。ドライエッチングの方法としては、反応性イオンエッチング、イオンミリング等の方法がある。この時、エッチング条件によって、レジスト層 42 に刻まれたレンズパターンの厚みを拡大することができる。例えば、レジストと石英ガラスのエッチング選択比が 1 : 2 となるようなエッチング条件を選択すると、レジスト層 42 において厚み $10\ \mu\text{m}$ のレンズパターンは、中間層ガラス 24 においては厚み $20\ \mu\text{m}$ のレンズパターンに拡大される。レジスト層 42 に刻むレンズパターンの形状は、このエッチング選択比も考慮して決定する。

【0056】

次に、図 3 (f) に示すように、高屈折率の紫外線硬化樹脂 25 を塗布し、中

中間層ガラス 24 の凹部を埋める。その後、紫外光を照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂 25 を硬化させる。この時、高屈折率紫外線硬化樹脂 25 上面の平坦化処理も行う。平坦化処理の方法は 2 つある。第一の方法は、高屈折率紫外線硬化樹脂層 25 が未硬化の状態で、上面から、あらかじめ離型処理を施した石英平面板を押え付け、紫外線を照射して高屈折率紫外線硬化樹脂 25 を硬化させるというものである。硬化後、石英平面板を分離すると、上面が平滑な高屈折率紫外線硬化樹脂層 25 が得られる。第二の方法は、高屈折率紫外線硬化樹脂 25 を硬化後、研磨処理を行って、高屈折率紫外線硬化樹脂 25 表面を平滑化するというものである。

【 0 0 5 7 】

以上の工程によって、第一マイクロレンズアレイ 6 の上面に第二マイクロレンズアレイ 7 が形成されたマイクロレンズ基板 12 が完成する。

【 0 0 5 8 】

さらにこの上に、ブラックマトリクス 26、透明電極膜を形成し、マイクロレンズ基板 12 と TFT 基板 8 とをスペーサ 28 を挟んで貼り合せ、その隙間に液晶 29 を注入すれば、図 2 に示すような液晶表示素子 20 が完成する。

【 0 0 5 9 】

次に、第二マイクロレンズアレイのレンズパターンを形成するためのレジスト層の露光法の原理について、図 4 を用いて説明する。本発明の投影型液晶表示装置 1 では、光利用効率向上のため、第一マイクロレンズアレイ 6 のレンズの焦点はブラックマトリクス 26 の面にほぼ位置するように設計されている。

【 0 0 6 0 】

また第二マイクロレンズアレイ 6 と第一マイクロレンズアレイ 7 はできるだけ距離をおいて配置され、第二マイクロレンズアレイ 7 はブラックマトリクス 26 の近傍に形成される。前述の作製工程においては、中間層ガラス貼り付け工程時の中間層ガラス 24 の上面は、第一マイクロレンズアレイ 6 の焦点面にほぼ位置する。ここにレジスト層を塗布すると、第一マイクロレンズアレイ 6 を通して紫外光平行光を照射したとき、平行光は第一のマイクロレンズアレイによって、レジスト層で一点に集光され、この集光スポットによってレジスト層が露光される

【0061】

紫外光平行光の入射角度を θ_i 、第一マイクロレンズアレイの焦点距離を f 、レンズ光軸と焦点面が交わる位置から集光スポットまでの間隔を r とおくと、その間隔 r は

$$r = f \times \tan \theta_i$$

で表され、紫外光平行光の入射角度 θ_i を変化させることで、集光スポットの位置を変えることができる。

【0062】

例えば図4において、入射角度が θ_i である紫外光平行光45を入射すると、3個のマイクロレンズ46a、46b、46cによって、光束45はそれぞれ47a、47b、47cの地点に集光され、この地点のレジスト層42が露光される。次に、入射角度を θ_j に変えて平行光光束48を入射すると、3個のマイクロレンズ46a、46b、46cによって、光束48はそれぞれ、49a、49b、49cの地点に集光され、この地点のレジスト層42が露光される。レジスト層42の材料にネガレジストを用いた場合、強く露光された地点ではレジスト層42が厚く残り、弱く露光された地点ではレジスト層42は薄くなる。紫外光平行光の入射角度 θ_i と露光時間（あるいは照射光強度）を制御することで、所望の地点で、所望の露光量の露光を行うことができ、この工程の繰り返しで所望のパターンにレジスト層を露光する。

【0063】

第一マイクロレンズアレイ全体を均一な光強度で照射できる紫外光平行光を露光光として用いると、その照射領域内において、第一マイクロレンズアレイの各々のレンズの直下で上記の露光が行われるため、形状の揃った第二マイクロレンズアレイが形成することができる。

【0064】

次に上記の露光工程を行うための露光光学系について説明する。図5は第一の露光光学系の構成を示した図である。51は露光光の光源となる超高圧水銀ランプである。超高圧水銀ランプ51から出射されたi線（波長365nm）の紫外

光は球面ミラー52とコリメートレンズ53によって平行光に変換され、さらに強度補正フィルタ54を介して、マイクロレンズ基板20に導かれる。

【0065】

強度補正フィルタ54は透過率分布をもたせたフィルタであり、透過後の光束が均一な光強度分布をもつよう、透過率分布が設計されている。従って、均一な光強度分布をもった紫外光平行光がマイクロレンズ基板を照射する。

【0066】

マイクロレンズ基板20は2軸回転の回転ステージ（図示しない）に搭載されており、この回転ステージの回転角の制御によって、マイクロレンズ基板法線と紫外光平行光光軸との傾きを自在に変化させることができる。この実施例では、紫外光平行光光軸を固定しておき、マイクロレンズ基板20側をX軸及びY軸について回転させることにより、第一マイクロレンズアレイ6に対する紫外光平行光の入射角度を変化させ、その入射角度と、各入射角度における露光時間（あるいは照射光強度）を制御しながら露光を行うことで、レジスト層に所望のパターン形状の形成を行うことができる。

【0067】

図6は、露光光学系の第二の構成を示した図である。51は露光光の光源となる超高圧水銀ランプである。超高圧水銀ランプ51から出射された光は曲面ミラー61によって反射され、グレースケールマスク62を照明する。グレースケールマスク62は任意の透過率分布をもたせたマスクであり、このグレースケールマスク62によって所望の光強度分布をもった光束を作りだすことができる。

【0068】

グレースケールマスク62を透過した光は、コリメートレンズ63と第一マイクロレンズアレイ6の各レンズによって、第一マイクロレンズアレイ6の焦点面に結像し、各レンズの直下のレジスト層42が露光される。すなわち、グレースケールマスク62で形成された光強度分布の像が、第一マイクロレンズアレイ6の各レンズの焦点面に形成されるため、グレースケールマスク62の透過率分布の制御を行うことにより、所望の形状のレジストパターンが得られる。

【0069】

本発明のマイクロレンズ基板の作製方法では、第一マイクロレンズアレイを介して第二マイクロレンズアレイのパターニングを行うので、第一マイクロレンズアレイと第二マイクロレンズアレイの各レンズの位置ずれを大幅に抑制することができる。第一マイクロレンズアレイと第二マイクロレンズアレイの各レンズの光軸ずれは、マイクロレンズアレイ基板面法線と露光光軸の傾きにより引き起こされるが、第一マイクロレンズの焦点距離が $100\mu\text{m}$ の場合、光軸傾き 0.5° 内で、レンズ間光軸ずれは $0.9\mu\text{m}$ 以下と小さく抑えられる。光軸傾き 0.5° 以下は容易に実現可能な数字であり、本発明の作製法では、レンズ間光軸ずれを小さく抑えることができる。

【0070】

また、第一マイクロレンズアレイと第二マイクロレンズアレイを別々に作製する方法では、各マイクロレンズアレイの作製時の作製条件の変動等により、第一マイクロレンズアレイ面のレンズ間隔と第二マイクロレンズアレイ面のレンズ間隔がずれてしまう場合があるが、本発明の作製法では、第一マイクロレンズアレイを基準にして第二マイクロレンズアレイが形成されるため、各層のレンズ間隔がずれるということが生じないという効果もある。

【0071】

さらに、本発明のマイクロレンズ基板では、2枚の無機誘電体基板を用いて第一マイクロレンズアレイを挟んだ構成としている。無機誘電体基板は熱膨張が小さく、強度も高く、また研磨により高い平坦性が得られるため、研磨された無機誘電体中間層の上に第二マイクロレンズアレイを形成することによって、第二マイクロレンズアレイ面の平坦性は高く保たれる。またガラス層は部材内部の均質性も高いため、エッチングにより形成された凹部形状のバラツキも小さく抑えられ、エッチングの再現性もよい。基板とガラス中間層を同じ部材とすると、熱膨張により引き起こされる第一マイクロレンズアレイと第二マイクロレンズアレイの各層のレンズ間隔ずれも生じない。

【0072】

(第二の実施例)

本発明の2層マイクロレンズアレイ基板の第二の製造方法について図7を用い

て説明する。ここで、図7はマイクロレンズ基板の各製造工程における断面図である。

【0073】

無機誘電体の中間層24を形成する工程までは、第一の実施例と同じ工程であるため説明を省略する。中間層ガラス24形成後、図7(a)に示すように、第二マイクロレンズアレイの構成部材となる高屈折率紫外線硬化樹脂71を塗布し、樹脂層71の側から紫外線を照射し、樹脂層71を硬化させる。樹脂層71の平坦化処理も行う。

【0074】

次に、図7(b)に示すように、樹脂層71の上にネガレジスト72を塗布する。このレジスト層72に対して、第一の実施例と同様に、第一のマイクロレンズ6を通して紫外線を照射し、露光を行う。本実施例では、各レンズの光軸中心の露光量が多くなるよう、露光光の強度分布は調整する。

【0075】

露光後、現像処理を行うと、図7(c)に示すように、レジスト層72に、光軸中心の厚みが厚くなった形状のレンズパターンが形成される。この後、ポストバーク処理を行う。

【0076】

次に、図7(d)に示すように、ドライエッチングを行って、レジスト層72に刻まれたレンズパターンの形状を高屈折率紫外線硬化樹脂層71に転写する。このとき、第一の実施例と同様、樹脂及びレジストの材料を適宜選択し、ドライエッチングの選択比を決定する。

【0077】

次に、図7(e)に示すように、低屈折率の紫外線硬化樹脂73を塗布し、高屈折率紫外線硬化樹脂71の凹部を埋める。この後、紫外光を照射して低屈折率紫外線硬化樹脂73を硬化させ、平坦化処理を行って、マイクロレンズ基板70が完成する。

【0078】

本実施例のマイクロレンズ基板の作製方法では、マイクロレンズの各レンズの

光軸中心の露光量が多くなるよう、露光光の強度分布を与えることができる。一般的に、レンズの光軸中心から離れた箇所では収差が大きくなるため、あらかじめ集光特性の劣化を予測して、露光光の強度分布を設定する必要がある。

【0079】

第一の実施例の作製方法では、収差が大きい箇所を中心に露光を行うので、特にこの強度分布の設計を工夫しなければならなかった。しかし、第二の実施例の作製方法では、レンズの光軸に近い領域の露光を中心に行うので、集光特性の劣化が小さく、露光光の強度分布に従ったレンズ形状が容易に得られる。このため、露光光の強度分布の設計が容易であり、レンズ形状の制御もしやすいという利点を有する。

【0080】

(第三の実施例)

本発明の2層マイクロレンズアレイ基板の第三の製造方法について、図8を用いて説明する。図8はマイクロレンズ基板の各製造工程における断面図である。

【0081】

中間層ガラス24形成までは、第一の実施例と同じ工程であるため説明を省略する。中間層ガラス24形成後、図8(a)に示すように、第二マイクロレンズアレイの構成部材となる高屈折率紫外線硬化樹脂81を塗布する。

【0082】

次に、先に説明した露光光学系を用いて、第一のマイクロレンズアレイ6を通して、紫外線を紫外線硬化樹脂層81に照射し、樹脂層81を硬化させる。樹脂層81の硬化部の厚みは紫外光の強度分布に応じて変化するので、紫外光の強度分布を調整することにより、所望の形状の樹脂層が得られる。

【0083】

露光後、マイクロレンズ基板を有機溶媒に浸けると、未硬化部は除去され、図8(b)に示すように、紫外線硬化樹脂層81に第二マイクロレンズアレイのレンズパターンが形成される。この後、紫外線硬化樹脂層81側から紫外線を照射し、紫外線硬化樹脂層81を完全に硬化させる。

【0084】

次に図 8 (c) に示すように、低屈折率の紫外線硬化樹脂 8 2 を塗布し、高屈折率紫外線硬化樹脂 8 1 の凹部を埋める。この後、紫外光を照射して低屈折率紫外線硬化樹脂 8 2 を硬化させ、平坦化処理を行って、マイクロレンズ基板 8 0 が完成する。

【 0 0 8 5 】

本実施例では、レジスト層の形状転写を行うためのドライエッチングの工程が不要となるため、製造工程を簡略化でき、生産コストをより低減することができる。

【 0 0 8 6 】

第二、第三の実施例で示した製造方法では、第一の実施例で記載した第一の露光光学系の構成あるいは第二の露光光学系の構成のいずれを使用しても良く、作製するマイクロレンズの形状や精度などにより、適宜決定される。

【 0 0 8 7 】

また、本発明の実施例で第二のマイクロレンズアレイは液晶層側として説明を行ったが、第二のマイクロレンズアレイを基に第一のレンズアレイを作成することも可能である。

【 0 0 8 8 】

さらに、本発明のマイクロレンズ基板の作製方法すなわち、第一のマイクロレンズアレイを基に第二のマイクロレンズアレイ形状を形成する作製方法に関して、実施例では 2 つの無機誘電体の間に、第一のマイクロレンズアレイを挟んだ形状を基に説明を行ったが、無機誘電体基板の両面にマイクロレンズアレイを形成した従来の 2 層マイクロレンズアレイにも適応可能である。

【 0 0 8 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、第一のマイクロレンズアレイを用いて第二のマイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、二層のレンズアレイの光軸合せが不要であり、かつ各層のレンズ間隔のずれも生じないため、高精度の二層構造のマイクロレンズ基板が得られ、マイクロレンズ基板の生産コストを低減することができる。

【0090】

また、第一マイクロレンズアレイと第二マイクロレンズアレイはそれぞれ熱膨張の小さい無機誘電体基板上に形成されるため、熱によるレンズ間隔ずれといった問題も生じない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のマイクロレンズ基板を備えた投影型液晶表示装置の概略の構成を示す模式図である。

【図2】

本発明のマイクロレンズ基板を備えた液晶表示素子の断面図である。

【図3】

本発明のマイクロレンズ基板の作製方法の第一の実施例を示す工程断面図である。

【図4】

本発明のマイクロレンズ基板の作製方法における、第二マイクロレンズアレイのパターニング方法の原理について説明する断面図である。

【図5】

本発明のマイクロレンズ基板の作製方法において用いる露光光学系の構成図である。

【図6】

本発明のマイクロレンズ基板の作製方法において用いる露光光学系の別の例の構成図である。

【図7】

本発明のマイクロレンズ基板の作製方法の第二の実施例を示す工程断面図である。

【図8】

本発明のマイクロレンズ基板の作製方法の第三の実施例を示す工程断面図である。

【符号の説明】

2 白色光源

5 G、5 R、5 B ダイクロイックミラー

6 第一マイクロレンズアレイ

7 第二マイクロレンズアレイ

10 投影レンズ

12 マイクロレンズアレイ基板

20 液晶表示素子

42 レジスト層

51 超高圧水銀ランプ

62 グレースケールマスク

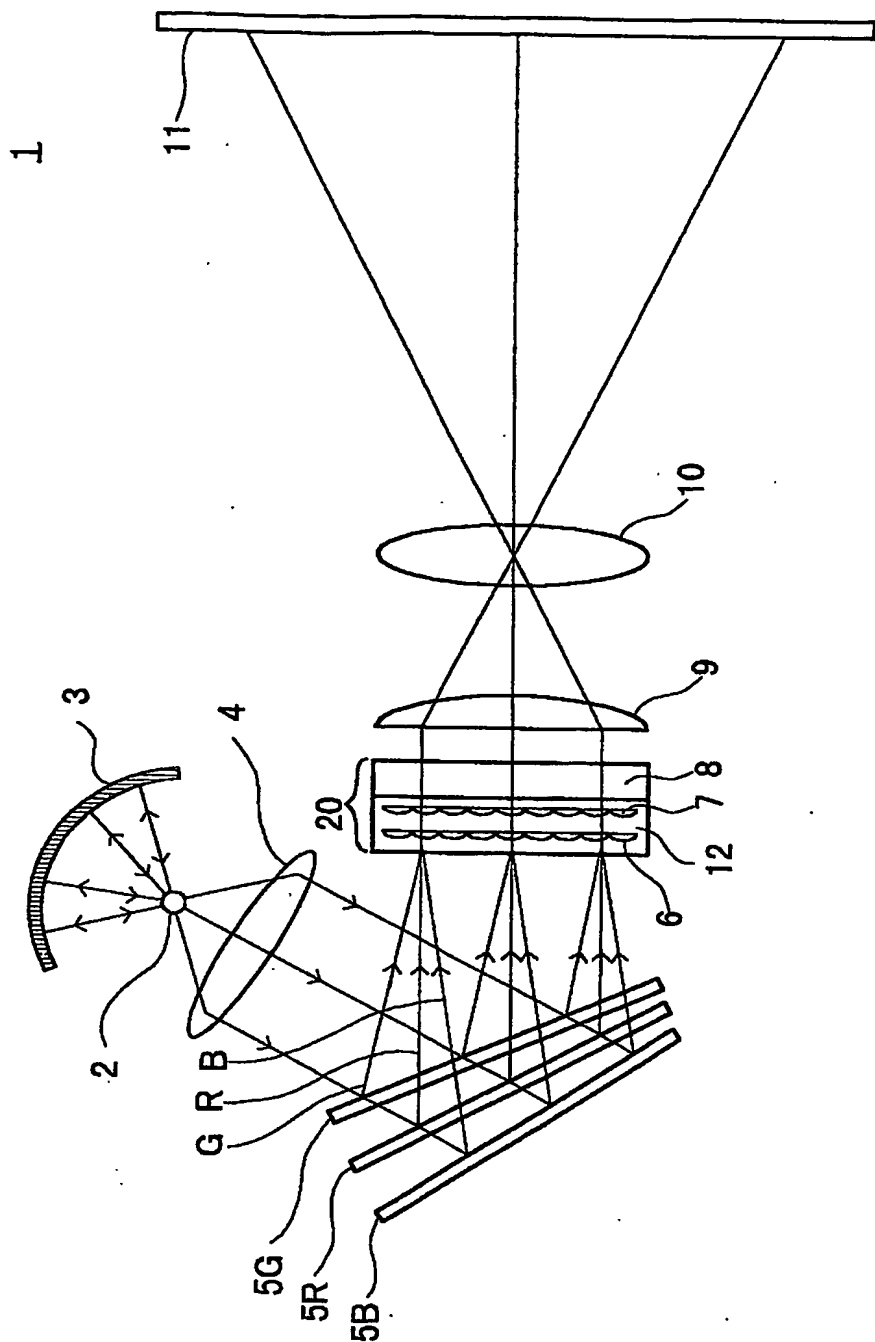
53、63 コリメートレンズ

71、81 高屈折率紫外線硬化樹脂

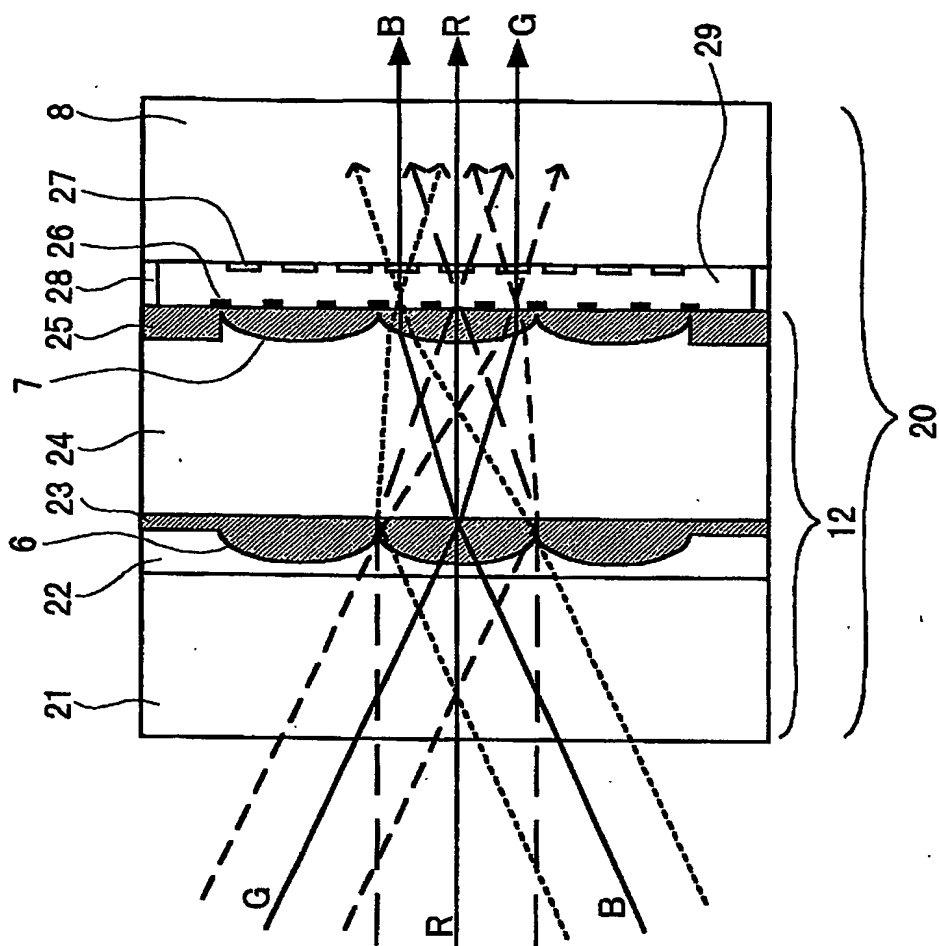
73、82 低屈折率紫外線硬化樹脂

【書類名】 図面

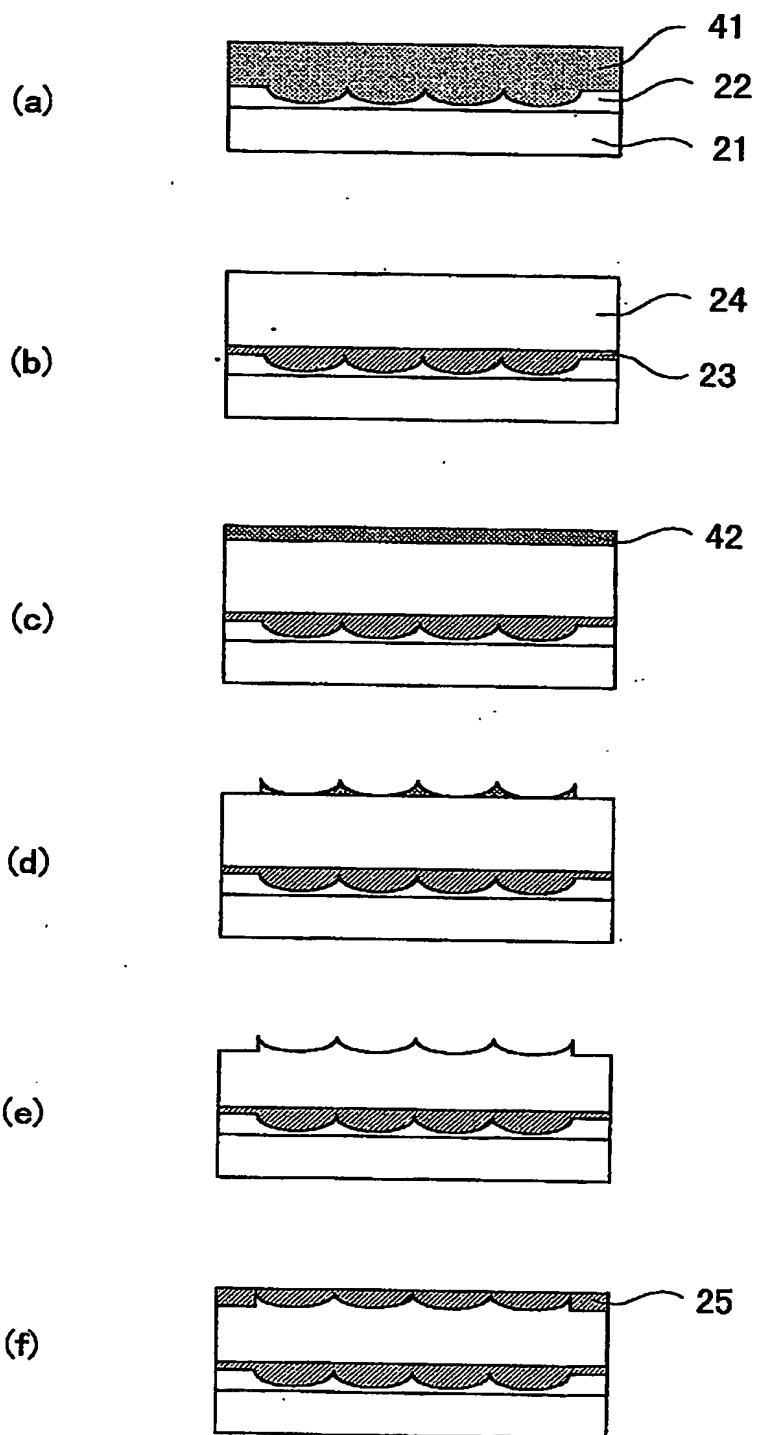
【図 1】



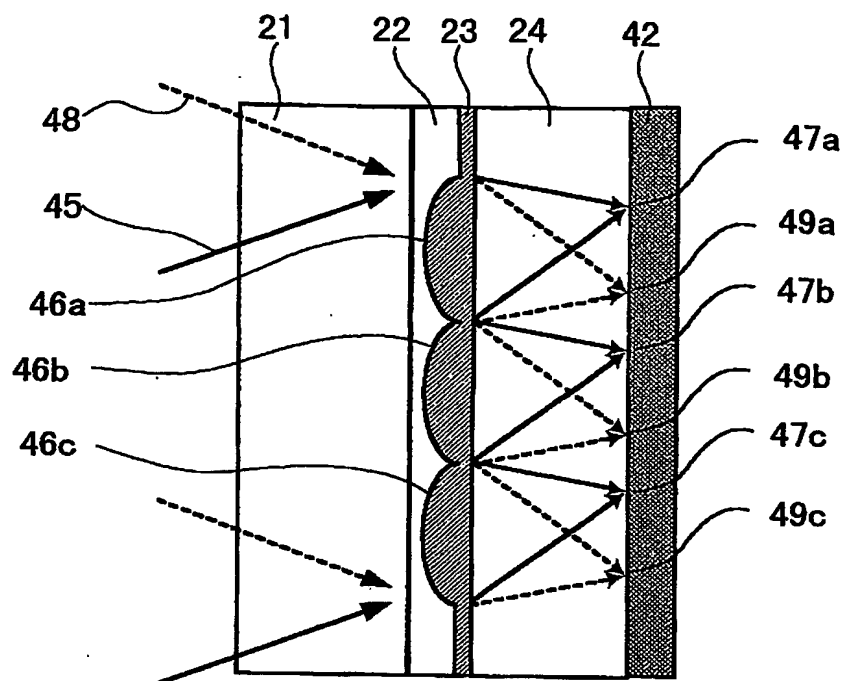
【図2】



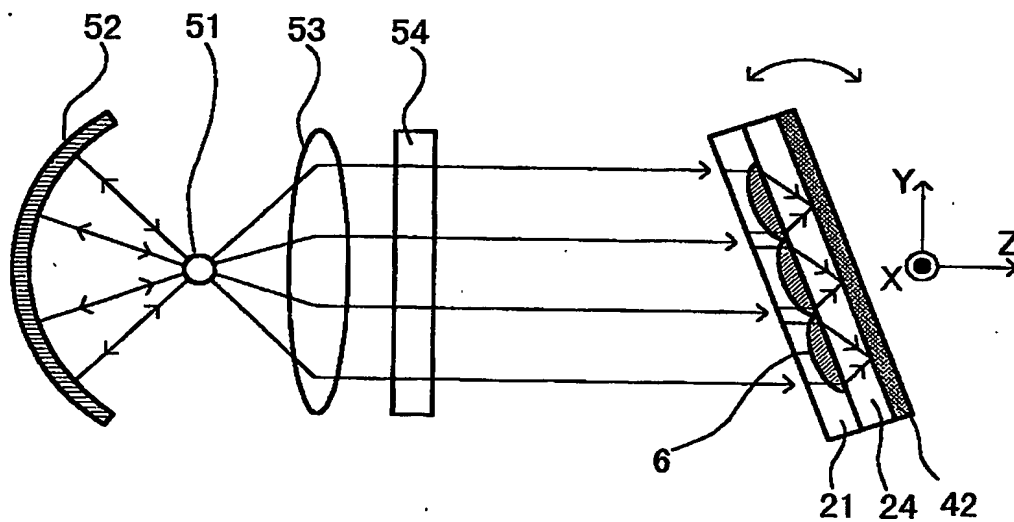
【図 3】



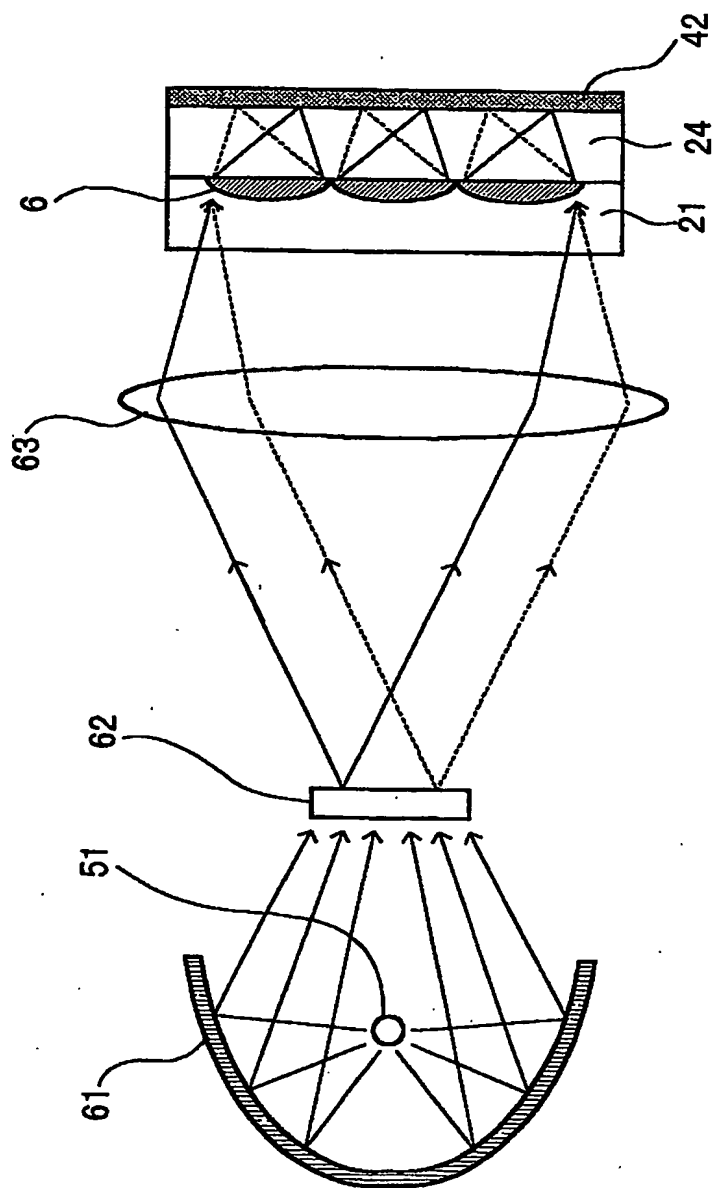
【図4】



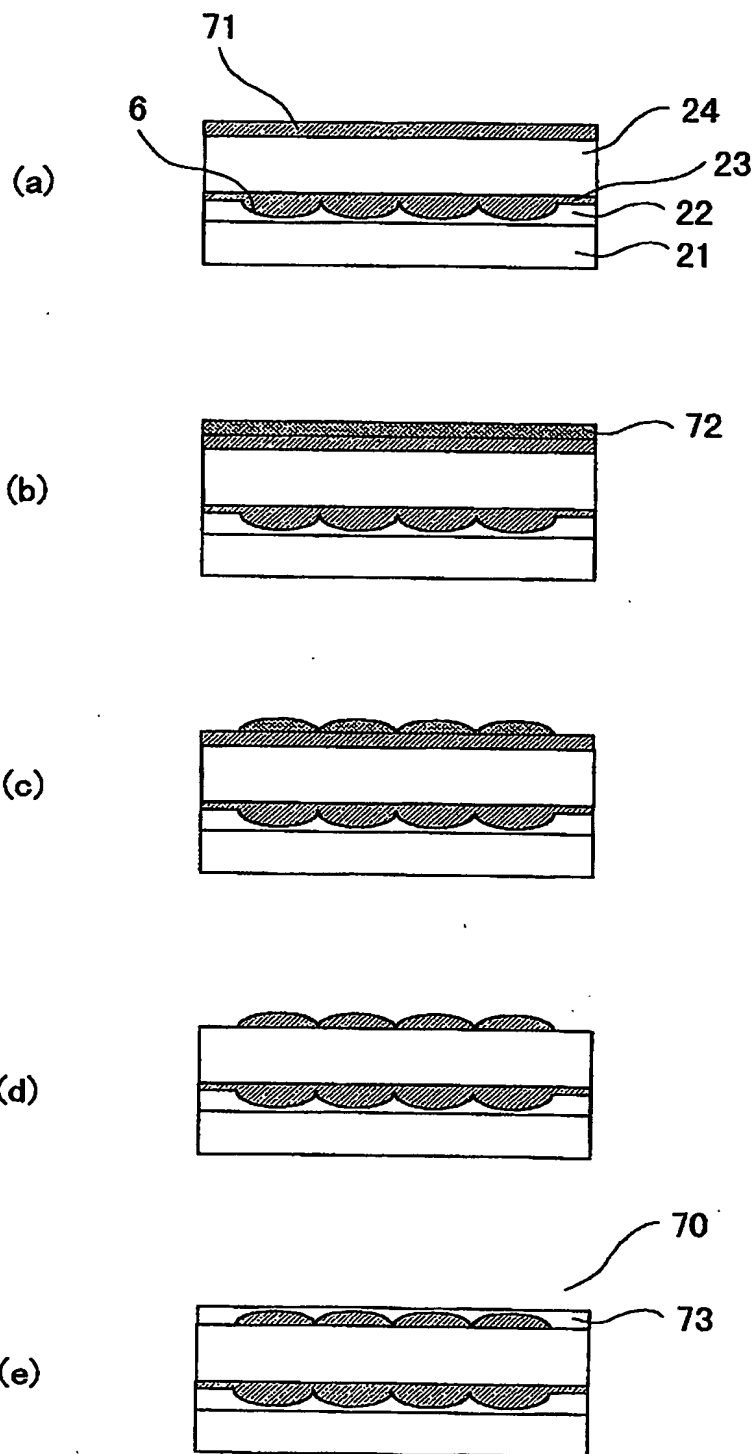
【図5】



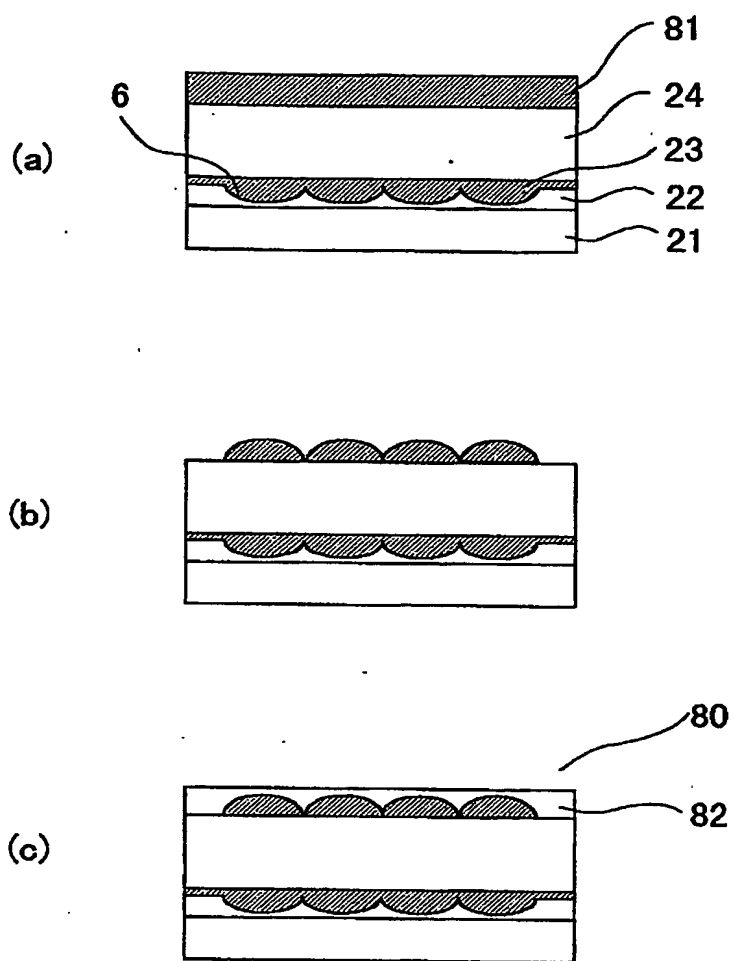
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 二層構造のマイクロレンズアレイで構成されたマイクロレンズ基板を用いた投影型液晶表示装置では、一層構造のものよりも、光利用効率を大幅に向上させることができる。しかし、二層のマイクロレンズアレイの光軸合せの要求精度が厳しいため、マイクロレンズ基板の製造が極めて困難であった。

【解決手段】 第二のマイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを、第一のマイクロレンズアレイに紫外光平行光を照射することにより行う。紫外光平行光は、第一マイクロレンズアレイの各レンズで集光され、レンズ焦点面に塗布されたレジスト層を露光する。紫外光平行光の入射角度を変えることで、露光されるポイントを変えることができ、紫外光平行光の入射角度と露光時間を制御することで、所望の形状のレジストパターンを得ることができる。その後、エッチングを行って、中間ガラス層にレジストパターンを形状転写し、凹部を高屈折率の紫外線硬化樹脂で埋める。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社